

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-113561  
 (43)Date of publication of application : 07.05.1993

(51)Int.CI.

G02F 1/1335  
 G02B 5/30

(21)Application number : 03-272852  
 (22)Date of filing : 21.10.1991

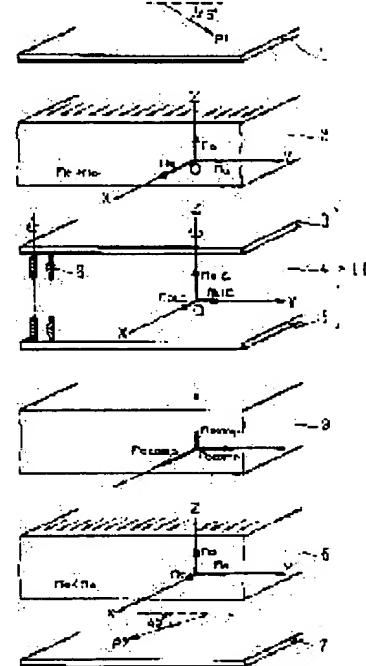
(71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD  
 (72)Inventor : JIYAN FUREDERITSUKU KUREERU  
 HIROSE SHINICHI

## (54) PERPENDICULAR ORIENTATION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an optical compensating means for expanding the visual field angle of the perpendicular orientation type liquid crystal display device in which liquid crystal molecules are arranged perpendicularly to substrates.

**CONSTITUTION:** This display device has a liquid crystal cell (10) which has positive optical activity with the direction perpendicular to the substrates 3, 5 as its optical axis, the optical compensating means 9 which has negative optical activity with the direction perpendicular to the plane as its optical axis, a 1st retardation plate 2 which has positive optical axis with one direction within the plane parallel with the substrates 3, 5 as its optical axis and generates a phase difference of nearly a quarter wavelength, a 1st polarizer 1 which has the axis of polarization in the direction having nearly 45° with the optical axis of the 1st retardation plate 2, a 2nd retardation plate 6 which has negative optical activity with the direction nearly parallel with the optical axis of the 1st retardation plate 2 as its optical axis and generates a phase difference of a nearly quarter wavelength, and a 2nd polarizer 7 which has the axis of polarization in the direction nearly orthogonal with the axis of polarization of the 1st polarizer.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.10.1995

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japanese Publication for Unexamined Patent Application  
No. 113561/1993 (Tokukaihei 5-113561)

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to Claims 1, 7, 42,  
47, 48, 72, and 78 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[CLAIM]

[Claim 1]

A liquid crystal display apparatus of a vertical alignment type, comprising:

a liquid crystal cell, nematic liquid crystal of which is aligned substantially vertical to a substrate when no electric field is applied, said liquid crystal cell having positive optical activity whose optical axis is in a direction vertical to said substrate;

optical compensation means for generating a phase difference of substantially (1/4) of a wavelength, disposed adjacent to said liquid crystal cell, said optical compensation means having negative optical activity whose optical axis is in a direction vertical to a plane;

a first retardation plate, disposed on one side of said liquid crystal cell, said first retardation plate

having positive optical activity whose optical axis is in one of directions of a plane parallel to said substrate;

a first polarizer, disposed in a position on an outward side of said first retardation plate, said first polarizer having a polarization axis in a direction that makes a substantial 45 degree with said optical axis of said first retardation plate in a plane parallel to said substrate;

a second retardation plate for generating a phase difference of substantially (1/4) of a wavelength, disposed on the other side of said liquid crystal cell, said second retardation plate having negative optical activity whose optical axis is in a direction substantially parallel to said optical axis of said first retardation plate in said plane parallel to said substrate; and

a second polarizer, disposed in a position on an outward side of said second retardation plate, said second polarizer having a polarization axis in a direction that makes a substantially right angle with said polarization axis of said first polarizer in said plane parallel to said substrate.

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

[0028]

The present invention has an object to provide a liquid crystal display apparatus that is provided with optical compensation means that is able to improve optical characteristics of a liquid crystal display apparatus.

[0029]

The present invention has another object to constitute a circular-polarization polarizer by using an optical sections, which are produced with ease, so as to provide an optical compensation apparatus for a liquid crystal display apparatus of a vertical alignment type, which is able to improve a transmission, without reducing an angle of visibility.

[0032]

[EFFECTS OF THE INVENTION]

A first circular-polarization polarizer is constituted with a first retardation plate, whose optical axis direction is in a plane, and a first polarizer, while a second circular-polarization polarizer is structured with a second retardation plate, whose optical axis is in the plane, and a second polarizer. This arrangement improves the transmittance of the liquid crystal apparatus as a whole.

[0033]

Moreover, the first retardation plate is prepared

from a raw material having positive optical activity, while the second retardation plate is made of a raw material having negative optical activity.

[0034]

Use of the circular-polarization polarizers, together with optical compensation means, maintains the angle of visibility at a large value.

[0035]

[EMBODIMENT]

Figure 1 shows a liquid crystal display apparatus of an embodiment of the present invention. A liquid crystal cell 10 is provided with a nematic liquid crystal layer 4 between a pair of substrates 3 and 5. Liquid crystal molecules 8, which is a nematic liquid crystal, has a high refractive index with respect to a longitudinal direction. When an electric field is in an off-state, the liquid crystal molecules 8 are aligned substantially vertical to the substrates 3 and 5.

[0036]

In this state, the liquid crystal layer 4 has a high refractive index  $n_{eLC}$  in a direction vertical to the substrates 3 and 5, while having a low refractive index  $n_{oLC}$  in a substrate in-plane direction. In short, the liquid crystal layer 4 has positive optical activity.

[0037]

On one side of the liquid crystal cell 10, provided is an optical compensation plate 8. The optical compensation plate 8 has negative uniaxial optical anisotropy whose refractive index in a direction (Z) vertical to the plane is small. The negative optical anisotropy of the optical compensation plate 8 compensates positive optical anisotropy of the liquid crystal layer 4.

[0038]

On outward sides of the liquid crystal cell 10 and the optical compensation plate 8, provided are retardation plates 2 and 6. The retardation plate 2 has uniaxial optical anisotropy which has a refractive index  $N_e$  in an in-plane direction (an X axis direction) that is higher than other refractive indexes of the uniaxial optical anisotropy of the retardation plate 2 in other directions. Meanwhile, the retardation plate 6 is made of a uniaxial optical medium whose refraction index  $N_e$  in the X axis direction, which is identical with the optical axis direction, is lower than other refractive indexes in the other directions.

[0039]

In short, the retardation plate 2 has the positive optical activity having the optical axis in the X axis

direction, while the retardation plate 6 has the negative optical activity having the optical axis in the X axis direction. Each retardation of both the optical compensation plates 2 and 6 is canceled out, as a whole. On outward sides of the retardation plates 2 and 6, provided are a pair of orthogonal polarizers 1 and 7. The polarizers 1 and 7 have a polarization axis P1 and P2, respectively, which are respectively arranged in directions that make a 45 degree with the X axis and a Y axis.

[0040]

In the prior art, the retardation plates of a pair of an envelope polarizers are identical in characteristics and have an orthogonal arrangement. On the other hand, the present embodiment has such an arrangement in which retardation plates have the uniaxial medium having opposite characteristics whose optical directions are put in a same direction.

[0041]

A thickness of the retardation plates 2 and 6 is decided so as to generate a phase difference (retardation) of (1/4) of a wavelength, if possible. When the phase difference of (1/4) of the wavelength is generated, a linear polarization polarizer 1 and the retardation plate 2 constitute a dextro-rotatory

circular polarization polarizer, while the retardation plate 6 and a linear polarization polarizer 7 constitute a levo-rotatory circular polarization polarizer.

[0042]

Figure 2 is a schematic diagram that explains an operation of the liquid crystal display apparatus shown in Figure 1. Light, which is introduced into the polarizer 1 from outside, is converted into linear-polarized light via the polarizer 1. The polarization axis  $P_1$  of the polarizer 1 makes a 45 degree with the x and the Y axis directions. Therefore, the polarization component of the X axis direction and that of the Y axis direction have an equal intensity in a same phase, as shown in Figure 2(A).

[0043]

When the thickness of the retardation plates is decided so that the phase difference of  $(1/4)$  of the wavelength is generated via the reparation plates that having the high refractive index in the X axis direction, regarding the light, which has been passed though the retardation plates, a polarized light component in the X axis direction is lagged for  $(1/4)$  of the wavelength with respect to a polarized light component in the Y axis direction.

[0044]

In short, as shown in Figure 2(b), when the polarized light component in the X axis direction is lagged for (1/4) of wavelength with respect to the polarized light component in the Y axis direction, the polarized light component becomes a circularly-polarized light that rotates in the plane, as shown in the figure on a left hand side.

[0045]

When the refractive index in the X axis direction is low, the polarized light component in the Y axis direction is lagged with respect to the polarization component in the X axis direction, on contrary to the case shown in Figure 2(b). For this reason, attained are polarized light components Ex and Ey, as shown in Figure 2(c), which are combined to be light that rotates in the plane as shown in Figure 2(C) on a left hand side.

[0046]

The above arrangement can widen the angle of visibility to about 50 degree, while increasing the transmittance to about 2.5%.

[0047]

For example, the retardation plate 2 having the positive optical activity is made of a polycarbonate

film that is extended in one direction. The polycarbonate film has a thickness that is decided so that the phase difference of (1/4) of the wavelength is generated.

[0048]

Moreover, the retardation plate 6 having the negative optical activity is made of a polymethyl metacrylate (PMMA) film that is extended in one direction. The retardation plate 6 also has a thickness that is decided so that the phase difference of (1/4) of the wavelength is generated. Those raw materials have a refractive index whose dispersion is less than or equal to 5 % in a visible region between 440 nm and 700 nm.

[0049]

Furthermore, a value of a parasite transmittance T, which is generated by the dispersion of the refractive index, is  $T < \sin^2(0.0125\pi)$ , that is,  $T < 0.2\%$ . Thus, only such a display apparatus, whose operation is not affected by the value, can be used.

[AMENDMENT]

[0045]

The above amendment, according to a simulation, widens the angle of visibility to about 50 degree (contrast = 5:1), while improving the transmittance in the ON-state to about 2.5%, with respect to light

having a wavelength of  $0.55\mu\text{m}$ , for example where the retardation having the positive optical activity:  $N_e = 1.555$ ,  $N_o = 1.5$ , film thickness (d) =  $2.5\mu\text{m}$ , the liquid crystal cell 10 having the positive optical activity: And  $[(n_{eLC} - n_{oLC}) \times \text{thickness}] = 1\mu\text{m}$ , the retardation plate 6 having the negative optical activity:  $N_e = 1.555$ ,  $N_o = 1.5$ , film thickness (d) =  $2.5\mu\text{m}$ .

(2)

(19)日本特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-113561

(43)公開日 平成5年(1993)5月7日

(51)Int.Cl.  
G 0 2 F 1/1335  
G 0 2 B 5/30

機別記号 特開平3-272852

片内整理番号 510  
774-2K  
774-2K

F 1  
技術表示箇所

著者請求 有 請求項の数2(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-272852

(22)出願日 平成3年(1991)10月21日

(71)出願人 スクランレー電気株式会社  
東京都目黒区中目黒2丁目9番14号

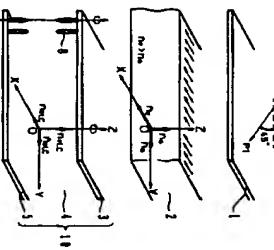
(72)発明者 ジャン・フレデリック・クレール  
東京都町田市高ヶ坂681-12 D3

(73)発明者 神奈川県伊勢原市東大竹1558-1 神代ハ  
イツ7号  
弁理士 高橋 敏四郎

(54)発明の名稱 垂直配向型液晶表示装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 液晶分子が基板に垂直に配列する垂直配向型液晶表示装置の構成を提供する。基板と垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セルと、面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する液晶セル(10)と、面に垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セルと、前記基板と平行な面内に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する第1リターデーション板と、



第1リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸とほぼ45度の角度をなす方向に偏光軸を有する第1偏光器と、前記第1リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1偏光器の偏光軸とほぼ直交する方向に偏光軸を有する第2偏光器とを有する垂直配列型液晶表示装置。

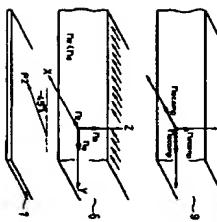
【請求項2】 液晶を取容のことのできる空間を界定する一对の基板と面に垂直な方向を光軸とする負の光学異方性を有する光学補償手段とを含む中央構造と、前記中央構造上に配置された一对の一軸性光学媒体の板板と、一方は面内的一方向を光軸とする正の光学活性を有し、他方は前記一方に向て平行な方向を光軸とする負の光学活性を有する移相手段とを含む液晶表示装置用光学補償装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】 【発明の分野】 本発明は、液晶表示装置に属し、特に液晶分子が基板に垂直に配列する垂直配向型液晶表示装置の構成を拡大するための補償手段に関する。

【0 0 0 2】 【従来の技術】 液晶表示装置の一端として、液晶分子が基板にはば垂直に配列したホメオトロピック液晶表示装置が知られている。たとえば、ホメオトロピック液晶セルを挟んで直交偏光子を配置する。

【0 0 0 3】 液晶セルに電圧が印加されないオフ状態においては、一方の偏光子を通過した光は、液晶セルで影響されることなく、他方の偏光子に到達し、直交偏光子によって遮断される。このため、オフ状態とオフ状態とのコントラストが低下し、さらには日黒光器7とを有する。



状態の反転され生じるようになる。

【0 0 0 5】 このため、液晶分子が基板表面にはば垂直に配列した垂直配列型液晶表示装置の視野角は著しく限られることになる。視野角を拡大するために、光学補償板を用いることが提案されている。

【0 0 0 6】 図3は、垂直配列型液晶表示装置の光学補償の一形態を示す。図3において、入射側の偏光器11に統いて、基板13、液晶層14、基板15を用いて構成された液晶セル12が配設され、この液晶セル12に平行に光学補償板16が配設され、出射側偏光器17が配設されている。偏光器11と17は、互に直交配置された直交ニニア偏光器を構成する。

【0 0 0 7】 液晶分子18は、長軸方向に高い屈折率n<sub>LC</sub>を有し、長軸に垂直な平面内で均質な低い屈折率n<sub>0</sub>LCを有する。ここで、屈折率n<sub>0</sub>は屈折率n<sub>0</sub>よりも大きい値を有する。基板13、液晶層14、基板15よりも形成され、その光軸方向の屈折率n<sub>LCOMP</sub>は面内方向の屈折率n<sub>0COMP</sub>よりも小さく選択されている、n<sub>LCOMP</sub> < n<sub>0COMP</sub>。

【0 0 0 8】 すなわち、液晶層14は正の光学活性を有し、光学補償板16は負の光学活性を有する。これら正に屈折率が低い光学媒体を用いる必要がある。このよう光学活性と負の光学活性とが互に補償し、結果として液晶表示装置の視野角を拡大する。

【0 0 0 9】 図3に示す構成においては、最も厚き方向に屈折率が低い光学媒体を用いる必要がある。このよう光学媒体は未だ製造工程に問題があり、容易に大量生産することができない。

【0 0 1 0】 図4は、光学補償板の他の形態を示す。基板13、15が液晶層14を挟んで液晶セルを構成し、その外側に偏光器21、27が配置されている。液晶セル12は、図3に示した液晶セルと同様であり、電界を印加しない状態において液晶分子18は基板13、15にほぼ垂直に配列され、正の光学活性を有する。

【0 0 1 1】 光学補償板22は、二軸性の光学異方性を有し、その屈折率n<sub>1</sub>、n<sub>2</sub>、n<sub>3</sub>は、n<sub>1</sub> > n<sub>2</sub> > n<sub>3</sub>の順序を有する。最も小さい屈折率n<sub>3</sub>を有する軸(x軸)が光学補償板22の面内方向に配置され、最も大きな屈折率n<sub>1</sub>を有する軸(y軸)、次に大きな屈折率n<sub>2</sub>を有する軸(z軸)が光学補償板22の面内方向に配置される。

【0 0 1 2】 他の光学補償板26は、光学補償板22と同様にn<sub>1</sub> > n<sub>2</sub> > n<sub>3</sub>の屈折率を有する二軸性媒体が構成され、最も小さな屈折率n<sub>3</sub>を有する軸が光学補償板26の厚さ方向に配置される。

【0 0 1 3】 また、光学補償板22で最大の屈折率n<sub>1</sub>が配置されたy軸方向に、光学補償板26の2番目の屈折率n<sub>2</sub>を有する軸方向が配置される。したがって、光学補償板22で2番目に大きな屈折率n<sub>2</sub>が配置される



(5)

製造が簡単で、視野角が広く、透過率の高い液晶表示装置が提供される。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明の実施例による液晶表示装置を示す概略

斜視図である。

[図2] 図1の液晶表示装置の動作を説明するためのダ

ラフである。

[図3] 従来の技術による液晶表示装置の構成例を示す斜

斜視図である。

[図4] 従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜

(6)

視図である。

[図5] 従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜

視図である。

[符号の説明]

1、7 偏光器 (リニア偏光器)

2、6 光学補助板

3、5 基板

4 液晶層

8 液晶分子

10 液晶セル

[図3]

従来技術

複雑技術

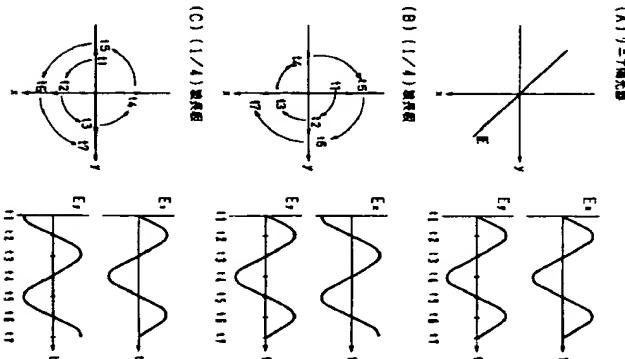
偏光板

[図4]

従来技術

複雑技術

偏光板





(9)

向に偏光軸を有する第2偏光器とを有する。

[0030] また、本発明の液晶表示装置用光学補償装置は、液晶を収容することのできる空間を画定する一对の基板と面に垂直な方向を光軸とする負の光学異方性を有する光学補償手段とを含む中央構造と、前記中央構造上に配置された一对の一軸性光学媒体の板で、一方は面内の一方向を光軸とする正の光学活性を有し、他方は面内に平行な方向を光軸とする負の光学活性を有する並組手段とを含む。

[0031]

[作用] 面内に光軸方向を有する第1リターデーション板と第1偏光器により、第1の円偏光器を構成し、面内に光軸方向を有する第1リターデーション板と第2偏光器によって第2の円偏光器を構成する。この構成により、液晶表示装置全体の通過率を向上することができること。

[0032] また、第1のリターデーション板は正の光学活性を有する材料で構成し、第2のリターデーション板を負の光学活性を有する材料で構成する。

[0033] これらの円偏光器を光学補償手段と併せて用いることにより、視野角を大きな値に保つことができる。

[0034] [実施例] 図1に、本発明の実施例による液晶表示装置を示す。液晶セル1は、一方の基板3、5の間にネマチック液晶層4を収容する。ネマチック液晶の液晶分子8は、長軸方向に高い屈折率を有する。電界オフの状態において、液晶分子8は基板3、5にはほぼ垂直に配列する。

[0035] この状態において、液晶層4は基板3、5に垂直な方向に高い屈折率n<sub>olc</sub>を有し、基板内面方向に均一で低い屈折率n<sub>ole</sub>を有する。すなわち、液晶層4は正の光学活性を有する。

[0036] 液晶セル1の一方の側に面と垂直(Z)方向の屈折率が小さい負の一軸性光学異方性を有する光学補償板9が配置されている。この光学補償板の負の光学異方性は液晶層4の正の光学異方性を補償する。

[0037] 液晶セル1と光学補償板9の外側にはリターデーション板2と6が配置されている。リターデーション板2は、面内的一方向(X軸方向)に他の方向より高い屈折率n<sub>e</sub>を有する一軸性の光学異方性を有する。また、リターデーション板2は、上述の光軸方向と同一の方向であるX軸方向に他の方向より低い屈折率eを有する一軸性の光学異方性を有する。

[0038] すなわち、リターデーション板2はX軸方向に光軸を有する負の光学活性を有し、リターデーション板6はX軸方向に光軸を有する負の光学活性を有する。両光学補償板2、6のリターデーションは全体として消滅する。リターデーション板2、6の外側には一对の直偏光器1、7が配置される。これらの偏光器

(10)

1、7の偏光軸P1、P2は、それぞれX軸およびY軸に45度の角度をなす方向に配置される。

[0039] 従来の技術による一方のエンベローブ偏光器のリターデーション板が同一特性のものを面交配置させたものであるに対し、本実施例のリターデーション板は逆の性質を有する一軸性異方性を光軸方向を構えて配置したものである。

[0040] リターデーション板2、6の厚さは、好ましくは(1/4)波長の位相差(リターデーション)を生じるように選択される。(1/4)波長の位相差を生じるとき、リニア偏光器1とリターデーション板6は右旋性円偏光器を構成し、リターデーション板6とリニア偏光器7は左旋性円偏光器を構成する。

[0041] 図2(A)は、外の円偏光器1に入射する光は、偏光器1によってリニア偏光に変換される。偏光器1の偏光軸P1は、X軸方向とY軸方向に対して45度の角度を有するため、X軸方向の偏光成分がY軸方向の偏光成分に対して(1/4)波長分遅れる。

[0042] すなわち、図2(B)に示すように、X軸方向の偏光成分が(1/4)波長遅れると、偏光成分は偏光の偏光成分が得られる。

[0043] X軸方向の屈折率が低いリターデーション板を通し、リターデーション板の厚さを(1/4)波長の位相差を生じるように選定すると、リターデーション板を通過した後の光について、X軸方向の偏光成分がY軸方向の偏光成分に対して(1/4)波長分遅れる。

[0044] すなわち、図2(B)に示すように、X軸方向の偏光成分がE<sub>x</sub>、E<sub>y</sub>が得られ、これらの合成しての光は、図2(C)左側に示すように面内で回転する。

[0045] このような構成により、たとえば正の光学活性を有するリターデーション板2をn<sub>le</sub> = 1.55、n<sub>oe</sub> = 1.55、n<sub>olc</sub> = 1.5、屈厚(d) = 2.5 μm、正の光学活性を有する液晶セル1の△n<sub>le</sub> = n<sub>le</sub> - n<sub>oe</sub> = 0.05、△n<sub>olc</sub> = 1.5 × d = 7.5 μm、負の光学活性を有するリターデーション板6をn<sub>le</sub> = 1.5、n<sub>oe</sub> = 1.55、屈厚(d) = 2.5 μmとした時、シミュレーションによれば、波長0.55 μmの光に対して視野角を約50度(コントラスト = 5:1)と広くしつつ、かつON状態の通過率を約2.5%と高くすることができる。

[0046] たとえば、正の光学活性を有するリターデーション板2は、一方に延伸したポリカーボネート膜から7.0 nmの円偏光器を生じるように選択される。このポリカーボネート膜の屈厚は(1/4)波長の位相差を生じるように選択されている。

[0047] また、負の光学活性を有するリターデーション

ヨン板6は、1軸方向に延伸したポリメチルメタクリレート(PMMA)膜で構成される。このリターデーション板6の厚さも(1/4)波長の位相差を生じるように選択される。これらの材料の屈折率の分散は、4.40 nmから7.0 nmの可視領域において5%以下である。

[0048] また、屈折率の分散により生じ得る寄生透過率Tの値は、T < 5 in<sup>2</sup> (0.0125π)すなわち、T < 0.2%となり、この表示装置として動作にほとんど影響を与えないものに範囲できる。

[0049] 以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。たとえば、電子の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者が自明である。

[0050] [発明の効果] 以上説明したように、本発明によれば、電子の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者が自明である。

[図1] 図1の液晶表示装置の動作を説明するための斜面図である。

[図2] 図1の液晶表示装置の動作を説明するための斜面図である。

[図3] 従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜面図である。

[図4] 従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜面図である。

[図5] 従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜面図である。

[符号の説明]

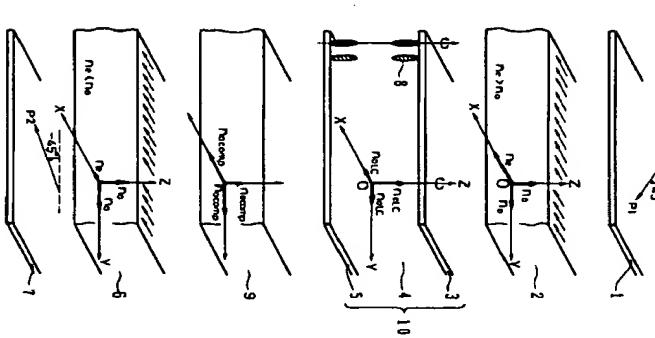
1、7 偏光器(リニア偏光器)

2、6 光学補償板

3、5 基板

4 液晶層

8 液晶分子



10 液晶セル

[未統編第3]

[補正対象構造名] 斜面

[補正対象項目名] 図1

[補正方法] 変更

[補正内容]